

AP20 Rec'd PCT/PTO 31 JUL 2006

Vorrichtung und Verfahren zum Formen eines Folienbandes

10

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Formen eines Bandes im Durchlauf auf der Oberfläche einer rotierenden Trommel, die in vorbestimmten, stationären Bereichen zu be-
15 heizen und/oder zu kühlen ist. Anwendungsgebiet ist vornehmlich die Formung von Kunststofffolien oder -platten, die dank ihrer Oberflächenform besondere optische Eigenschaften haben sollen, beispielsweise als Fresnellinsen. Ein anderes Anwendungsgebiet ist die dreidimensionale Musterung von Ta-
20 peten oder Textilstoffen mit oder ohne Beteiligung von thermoplastischen Kunststoffen. Das zu formende Band wird in der beheizten Zone in derart innigen Kontakt mit der Trommeloberfläche gebracht, daß es deren Form komplementär annimmt. Beispielsweise wird ein aus einer Extruderdüse im
25 heißplastischen Zustand auf die Oberfläche der Trommel gegebener Kunststoffstrang durch eine Kalandervalze gegen die Trommel gepreßt und füllt die dort vorgesehenen Formvertiefungen. Das Band verfestigt sich in der folgenden Kühlzone, um schließlich in formstabilem Zustand von der Trommel ab-
30 genommen werden zu können.

Bei einer bekannten Vorrichtung dieser Art (DE-A 19900381) ist derjenige Bereich der Trommel, auf den die Kunststoffschmelze auftrifft, beheizt, um eine vorzeitige Erstarrung
35 des Kunststoffs zu verhindern. Dadurch soll sichergestellt werden, daß der Kunststoff hinreichend fließfähig ist, um

auch feinteilige Formvertiefungen der Trommeloberfläche vollständig füllen zu können. An den beheizten Bereich der Trommel, in welchem der Kunststoff aufgegeben wird, schließt sich ein Kühlbereich an, in welchem der auf der
5 Trommel befindliche Kunststoff von der der Trommel abgewandten Seite her durch Kühlluft gekühlt wird. Nach seiner Erstarrung wird er bandförmig von der Trommel abgezogen. Die Kühlung von der Außenseite her hat den Nachteil, daß es schwierig ist, die sichere Erstarrung auch der innen an der
10 Trommel anliegenden, feinen Kunststoffstrukturen zu erreichen, auf die es aber besonders ankommt.

Es ist auch bekannt (DE-A-4110248; DE-C-19943604), die Trommel von innen zu kühlen, während die Trommeloberfläche
15 vor dem Erreichen der Aufgaberegion durch äußere Heizmittel aufgeheizt wird. Die wechselnde Erwärmung und Abkühlung ist mit hohem Energieverlust verbunden, weil vorausgesetzt werden muß, daß die Trommel aus Gründen der Steifigkeit dick ist und eine entsprechend hohe Wärmekapazität hat. Das gilt
20 erst recht, wenn die Trommel ausschließlich von innen beheizt und gekühlt wird (US-A-5945042, Fig. 3).

Es ist ferner bekannt, zur Formung des Kunststoffbands statt einer Trommel ein endloses Band zu verwenden (US-A-
25 5945042, Fig. 1). Jedoch kann man tiefe und genaue Gravuren, wie sie beispielsweise für die Herstellung optisch wirksamer Kunststoff-Formteile benötigt werden, in endlosen Bändern nicht mit hinreichender Formhaltigkeit und Biege-
wechselfestigkeit verbinden.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der Eingangs genannten und im Oberbegriff des Anspruchs 1

angegebenen Art zu schaffen, bei der trotz Verwendung einer zylinderförmigen Trommel die Wärmeverluste reduziert sind.

Die erfindungsgemäße Lösung besteht in dem Merkmal des Anspruchs 1 und vorzugsweise denjenigen der Unteransprüche.

Demnach ist vorgesehen, daß die Trommel zumindest in denjenigen Bereichen, in denen sie beheizt bzw. gekühlt werden soll, wärmeaustauschfähig auf einem Trägerkörper gelagert ist, der in den betreffenden Bereichen mit Heiz- bzw. Kühleinrichtungen versehen ist. Die Trommel kann dank ihrer Abstützung auf dem Trägerkörper dünnwandig mit geringer Wärmekapazität ausgebildet werden. In wärmeaustauschfähigem Kontakt mit dem Trägerkörper nimmt sie rasch dessen Oberflächen-
15 flächentemperatur an. Da dank ihrer geringen Wärmekapazität nur eine geringe Wärmemenge beim Wechsel der Temperatur ausgetauscht zu werden braucht, ist der Energieverlust gering.

20 Die Trommel kann unmittelbar auf der Oberfläche des Trägerkörpers gleiten. Wenn dieser einen hinreichend geringen Reibkoeffizient aufweist, wie es bei geeigneter Materialwahl (beispielsweise Graphit) der Fall ist, ist ein Schmiermittel zwischen der Trommel und dem Trägerkörper
25 nicht erforderlich. Jedoch ist die Verwendung einer flüssigen Zwischenschicht zweckmäßig, und zwar nicht nur zur Herabsetzung der Reibung bei beliebiger Werkstoffpaarung, sondern auch als Wärmeaustauschmedium. Die Flüssigkeit kann mit einem Druck zugeführt werden, der höher als der Atmosphärendruck ist, um eine Stützwirkung auf die Trommel aus-
30 zuüben und sich so gleichmäßig zu verteilen, daß Festkörperkontakt im wesentlichen vermieden wird. Im allgemeinen ist es für eine gleichmäßige Abstützung der Trommel und für

eine gleichmäßige Wärmeübertragung zweckmäßig, wenn die einander gegenüberstehenden Oberflächen der Trommel und des Trägerkörpers glatt sind. Das soll heißen, daß keine groben Vertiefungen und Erhöhungen vorhanden sind. Jedoch können
5 kleine, gleichmäßig statistisch verteilte oder regelmäßig angeordnete Rauigkeiten vorteilhaft sein. Sie sind im Sinne der Erfindung klein, wenn wenigstens eine Abmessung der die Rauigkeit bildenden Vertiefungen im wesentlichen unter 0,5 mm bleibt. Ob größere Rauigkeiten geduldet werden können,
10 hängt von ihrem ggf. durch Versuch festzustellenden Einfluß auf die gewünschte Gleichmäßigkeit der Abstützung und der Wärmeübertragung ab.

Jedoch liegt es auch im Rahmen der Erfindung, wenn gezielt
15 Einrichtungen zur hydrostatischen und/oder hydrodynamischen Lagerung der Trommel vorgesehen sind. Zu diesem Zweck sind auf der Oberfläche des Trägerkörpers zweckmäßigerweise in Umfangsrichtung wechselnd erhabene, in einer Zylinderfläche liegenden Flächenanteile und vertiefte Flächenanteile vor-
20 gesehen, in denen ein zur hinreichenden Abstützung der Trommel geeigneter Druck aufgebaut werden kann. Die Einrichtungen zum Einspeisen der Flüssigkeit münden zweckmäßigerweise in diesen vertieften Flächenanteilen. Die erhabenen und vertieften Flächenanteile sind innerhalb der Ar-
25 beitsbreite der Vorrichtung zweckmäßigerweise gleichmäßig von einem zum anderen Rand durchgehend ausgebildet, damit die Druck- und Temperaturverhältnisse über die ganze Breite des bearbeiteten Bandes konstant sind.

30 Es stehen im Stand der Technik verschiedene Möglichkeiten zur Beheizung bzw. Kühlung des Trägerkörpers zur Verfügung, beispielsweise die Verwendung einer Wärmeträgerflüssigkeit, die durch die betreffenden Bereiche des Trägerkörpers und

- Wärmeaustauscher zirkuliert wird. Zu diesem Zweck kann der Trägerkörper in seinen zu beheizenden bzw. zu kühlenden Bereichen Wärmeaustauschflächen enthalten, bei denen es sich zweckmäßigerweise um Gruppen von achsparallelen Bohrungen handelt, die von der Wärmeträgerflüssigkeit durchströmt werden. Die Beheizung kann auch mit elektrischen Mitteln geschehen, beispielsweise elektrischen Widerstands- oder Induktionsheizelementen.
- 10 Die Flüssigkeitsschicht zwischen den Gleitflächen kann von dem Kreislauf der Wärmeträgerflüssigkeit vollständig getrennt sein. Das hat den Vorteil, daß die Flüssigkeiten sowie ihre Drücke und Temperaturen gemäß ihrer jeweiligen Funktion unabhängig voneinander optimal gewählt werden können. Jedoch läßt sich ggf. eine Vereinfachung der Konstruktion erreichen, wenn die Lagerflüssigkeit von der Zirkulation der Wärmeträgerflüssigkeit abgeleitet wird. Zu diesem Zweck können Strömungsverbindungen zwischen den innerhalb des Trägerkörpers liegenden Wärmeaustauschflächen und seiner Oberfläche vorgesehen sein. Nicht die gesamte Flüssigkeit, die zur Beheizung bzw. Kühlung dem Trägerkörper zugeführt wird, muß auch anschließend den Zwischenraum zwischen der Trommel und dem Trägerkörper erreichen. Vielmehr genügt für die hydrostatische Lagerung oder Schmierung der Trommel in der Regel ein kleiner Anteil derselben.

Der hydrostatische Druck der Schmierflüssigkeit braucht nicht über den Umfang der Trommel bzw. des Trägerkörpers konstant zu sein. Vielmehr kann durch getrennte und geregelte Flüssigkeitszufuhr dafür gesorgt werden, daß in denjenigen Zonen, in denen eine besonders starke Stützwirkung gewünscht wird, der Druck höher ist als in anderen Zonen. Insbesondere kann der Druck in derjenigen Zone, in der der

flüssige bzw. plastische Kunststoff zwischen der Oberfläche der Trommel und einer kalibrierenden Gegenoberfläche verteilt wird, höher eingestellt werden als in den im Umlauf folgenden Zonen.

5

- Die wegen ihrer Dünnwandigkeit empfindliche Trommel bedarf an ihrem Rand einer zusätzlichen Stützung. Dafür sind stirnseitige Halteringe vorgesehen, die mit ihr fest verbunden sind. Sie weisen eine in den Innendurchmesser der
- 10 Trommel passende Ansatzfläche und einen Anschlagbund auf, gegen den die Stirnfläche der Trommel mittels einer Mehrzahl von über den Umfang verteilten Spannringern axial gespannt werden kann. Dank dieser Anordnung bleiben die Spannkraften auf den Randbereich der Trommel beschränkt.
- 15 Störende Kräfte in radialer Richtung oder Umfangsrichtung sind nicht zu erwarten. Ebensowenig kann es dank der Stützung durch die Halteringe zu Verspannungen quer über die Breite der Trommel kommen.
- 20 Der Trägerkörper wird zweckmäßigerweise von einem zwischen zwei Flanschplatten axial gespannten oder in irgendeiner anderen geeigneten Weise gehaltenen Hohlzylinder oder Segmenten eines Hohlzylinders gebildet. Die Ausbildung dieser Teile als Rotationskörper oder Teile eines Rotationskörpers
- 25 erlaubt eine genaue Fertigung und Montage.

- Falls die Ausbildung des Trägerkörpers als einheitlicher, von den Flanschen starr gehaltener Hohlzylinder im Hinblick auf die zu erwartenden Wärmedehnungen problematisch ist,
- 30 ist es zweckmäßiger, Hohlzylindersegmente zu verwenden. Deren aneinander grenzende Ränder sollen so miteinander verbunden sein, daß die Ausbildung einer Stufe in der Trägerkörperoberfläche am Übergang von einem zum anderen Segment

vermieden wird. Dies gelingt am besten durch eine gelenkige Verbindung der beiden Ränder. Dafür geeignet ist insbesondere ein Gelenk, das die beiden Ränder in der Art eines Klavierbands miteinander verbindet. Aber auch eine Nut-
5 Feder-Verbindung kann ausreichen. Die beiden Segmente können sogar einstückig miteinander verbunden sein, wenn sie im Verbindungsbereich beispielsweise durch einen achsparallelen Einschnitt biegeweich (in Bezug auf eine achsparallele Biegeachse) aneinander anschließen.

-10

Die Verbindung der Segmente mit den Flanschen soll in solcher Weise erfolgen, daß Wärmedehnungen des beheizten Bereichs gegenüber den Flanschen in Umfangsrichtung möglich sind. Beim Kühlbereich ist dies weniger zwingend erforderlich,
15 lich, aber auch vorteilhaft. In jedem Fall muß eine hinreichende radiale Abstützung der Segmente durch die Flanschen vorgesehen sein.

Die im Gleitpalt des Heizbereichs und des Kühlbereichs
20 verwendeten Flüssigkeiten stimmen zweckmäßigerweise stofflich überein, damit sie nicht absolut dicht voneinander getrennt werden müssen.

Die Erfindung wird im folgenden näher unter Bezugnahme auf
25 die Zeichnung erläutert, die ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel veranschaulicht. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Gesamtansicht der Anlage,
- Fig. 2 einen Axialschnitt durch die Vorrichtung,
- 30 Fig. 3 einen der Fig. 2 entsprechenden Axial-Teilschnitt in größerem Maßstab,
- Fig. 4 eine Stirnansicht,

- Fig. 5 einen oberflächenparallelen Teilschnitt durch die Trommel,
Fig. 6 einen Teil-Axialschnitt durch die Trommel und den Trägerkörper und
5 Fig. 7 den Stützkörper einer alternativen Ausführungsform.

Eine Trommel 1 zum Formen eines aus einer Extruderdüse 2 austretenden Strangs 3 eines heißplastischen, thermoplastischen Kunststoffes ist drehbar gemäß Pfeilrichtung 4 auf einem stationären Trägerkörper 5 angeordnet. Über einen Teil des Umfangs der Trommel 1 ist ein Stahlband 6 gespannt, das über die Walzen 7, 8 und 9 läuft und mit der Oberfläche der Trommel 1 einen Spalt einschließt, in welchem sich der zu
10 formende Kunststoffstrang 3 befindet, um gegen die Trommeloberfläche gepreßt zu werden. Die Walze 7 wirkt über das Stahlband als Kalandrier, der die Dicke des Kunststoffbandes bestimmt. In demjenigen Bereich, in welchem der Kunststoffstrang 3 auf die Trommeloberfläche aufgegeben und durch die
15 Walze 7 gegen die Trommeloberfläche gepreßt wird, wird die Trommel 1 auf mindestens die Schmelztemperatur des Kunststoffes geheizt. Bei Verwendung von PMMA als Kunststoff soll die Oberflächentemperatur beispielsweise mindestens 180°C betragen und besser in der Größendordnung von 220°C liegen.
20 In einem sich an die Walze 7 anschließenden Umfangsbogen kann die Temperatur erforderlichenfalls weiterhin so hoch gehalten werden, daß der Kunststoff hinreichend Zeit und Fließfähigkeit bis zur vollständigen Füllung der auf der Trommeloberfläche befindlichen Formvertiefungen hat. Der
25 Bereich 10, in welchem die Trommel sich auf erhöhter Temperatur befinden soll, wird im folgenden als Heizbereich bezeichnet.
30

Daran schließt sich der Kühlbereich 11 an, in welchem die Trommel 1 gekühlt wird, damit der Kunststoffstrang 3 am Ende dieses Bereichs eine Temperatur unterhalb der Glasübergangstemperatur aufweist. Gewünschtenfalls kann der Kunststoffstrang im Kühlbereich auch von der Außenseite her durch eine Einrichtung 12 gekühlt werden. Im Anschluß an den Kühlbereich 11 wird der Kunststoffstrang von der Trommel 1 abgehoben und zur weiteren Bearbeitung abgeführt. Inso-
5

10

Wie in Fig. 2 und 3 erkennbar, ist die Trommel 1 sehr dünn im Vergleich mit ihrem Durchmesser. Ihre Dicke liegt zwischen 2 und 10, vorzugsweise zwischen 3 und 5 mm. Ihr Durchmesser ist in der Regel größer als das Hundertfache
15 ihrer Dicke, beispielsweise 800 mm.

Die Trommel besteht aus einem Werkstoff, der bei den herrschenden Temperaturen hinreichende Formbeständigkeit aufweist und mit den gewünschten Formvertiefungen versehen
20 werden kann. Er besteht beispielsweise aus Kupfer und kann im galvanischen Verfahren auf einer komplementären Mutterform aufgebaut oder nachträglich graviert werden. Dies ist bekannt.

25 Die Trommel 1 ist gleitend rotierbar auf dem Trägerkörper 5 gelagert, der im dargestellten Beispiel eine sich durchgehend über 360 Grad erstreckende, im wesentlichen zylindrische Oberfläche bildet. Die Trommel 1 ist dadurch auf ihrem ganzen Umfang abgestützt. Jedoch besteht auch die Möglichkeit,
30 keit, die Abstützung auf diejenigen Umfangsbereiche der Trommel 1 zu beschränken, in welchen die Trommel radial wirkenden Kräften ausgesetzt ist. Die Trommel 1 sitzt auf der Oberfläche des Hohlzylinders 16 mit einem Gleit- oder

Laufsitz, der bei Zuführung von Öl unter Druck in den Gleitspalt hinreichende Reibungsfreiheit ermöglicht. Das in den Gleitspalt eingedrückte Öl setzt die Reibung herab und gewährleistet einen ungestörten Wärmefluß. Falls die Gefahr besteht, daß die Gleitlagerung nicht ausreicht für eine hinreichend reibungs- und verschleißarme Abstützung der Trommel 1 gegenüber der Kalandrwalze 7, d.h. in dem Bereich, in dem sie am höchsten belastet ist, kann eine zusätzliche Abstützung durch eine in der Oberfläche des Trägerkörpers eingelassene Stützwalze vorgesehen werden.

Der Trägerkörper besteht in dem in Fig. 2 und 3 dargestellten Beispiel aus zwei Flanschen 14, 15 und einem hohlzylindrischen Teil 16, der als über den ganzen Umfang sich erstreckender Hohlzylinder oder als eine Gruppe von Zylindersegmenten ausgebildet sein kann. Die Flanschen 14, 15 bilden zylindrische Ansatzflächen 17 für die passende Aufnahme des Innenrands des Hohlzylinders 16 bzw. der Segmente. Der Rand des hohlzylindrischen Teils 16 und die Flanschen wirken ferner über eine Kegelfläche 18 zusammen, welche spielfreie gegenseitige Zentrierung gewährleistet, wenn die Flanschen 14, 15 durch über den Umfang verteilte Spannschrauben 19 axial zusammengezogen werden. Dies gilt auch dann, wenn der hohlzylindrische Teil 16 von mehreren getrennten Segmenten gebildet ist. Dies kann zweckmäßig sein, wenn aufeinanderfolgende Segmente thermisch voneinander getrennt werden sollen. So ist es beispielsweise möglich, gesonderte Segmente für den Heizbereich und den Kühlbereich zu verwenden. Auch eine gegebenenfalls zwischen diesen Bereichen befindliche Wärmedämmung kann als ein gesondertes Segment ausgebildet sein.

Der Trägerkörper ist im Betrieb stationär mit einem nicht dargestellten Haltegestell verbunden. Das Ausführungsbeispiel sieht jedoch vor, daß er im Winkel um seine Achse verstellbar ist, damit seine Heiz- und Kühlbereiche optimal im Verhältnis zu derjenigen Stelle eingestellt werden können, an welcher der heißplastische Strang 3 zugeführt und kalandriert wird. Zu diesem Zweck werden die Flanschen 14, 15 von einer Achse 21 getragen, mit der einer der Flanschen 15 starr verbunden ist, während der andere Flansch 14 darauf im Hinblick auf die notwendige Wärmedehnung axial verschiebbar, aber dank einer Paßfederanordnung 22 drehfest ist. Die Achse ruht in Lagern 23. Ihre Drehstellung wird durch eine geeignete Einstelleinrichtung bestimmt, die im Beispiel der Fig. 2 von einem Schneckenrad 24 und einer Schnecke 25 gebildet ist.

Zur Verstärkung der dünnwandigen Trommel ist sie an den Rändern mit Ringen 30 verbunden, die gewünschtenfalls über Lager 31 an den Flanschen 14, 15 des Trägerkörpers abgestützt sein können. Die Lager sind so ausgebildet, daß Wärmedehnungen nicht zu einer Verspannung der Trommel führen können. Wenn ein Drehantrieb 32 für die Trommel vorgesehen ist, wirkt dieser über Zahnrad 33 und Zahnkranz 34 auf mindestens einen dieser Ringe, vorzugsweise aber gleichmäßig auf beide Ringe 30, um die auf die dünnwandige Trommel wirkenden Kräfte gering und symmetrisch zu halten. In manchen Fällen ist ein Drehantrieb für die Trommel entbehrlich, wenn das Stahlband 6 angetrieben ist. Dies gilt insbesondere, wenn die Trommel formschlüssig von dem angetriebenen Stahlband 6 durch zusammenwirkende Zähne und Zahnlochung, ähnlich einem Filmstreifen und einer Filmwalze, mitgenommen wird. Mitunter genügt aber für die Mitnahme auch die über das erstarrende Band ausgeübte Reibung.

- Die Ringe 30 weisen eine zum Innendurchmesser der Trommel 1 passende, zylindrische Ansatzfläche 35 auf, die außenseits durch einen Anschlagbund 37 begrenzt wird. Die ebenfalls mit der Bezugsziffer 37 bezeichnete Stirnfläche der Trommel wird mittels Fingern 38 und Schrauben 39 gegen den Anschlagbund gespannt. Zu diesem Zweck greifen die Finger 38 in Öffnungen 40 der Trommel 1, die in gleichmäßigem Abstand über den Umfang der Trommel entlang deren beiden Rändern verteilt sind. Die Öffnungen sind in Umfangrichtung größer als die Finger 38, damit nicht im Falle von Herstellungs- und Montagetoleranzen unerwünschte Umfangsspannungen von den Fingern 38 auf die Trommel ausgeübt werden können.
- Dem Heizbereich kann die Wärmeenergie auf verschiedene Weise zugeführt werden, beispielsweise mittels elektrischer Widerstandsheizkörper, Gasbrennern oder induktiver Beheizung. Im Beispiel der Fig. 2 bis 6 ist die Energiezuführung mittels einer Wärmeträgerflüssigkeit, insbesondere Öl, vorgesehen. Der Heizbereich enthält eine oder mehrere Gruppen von achsparallelen Bohrungen 45, die paarweise wechselnd an ihren Enden durch ausgefräste Taschen 46 verbunden sind, die mit Deckeln 47 verschlossen sind. Dadurch ergibt sich ein geschlossener Strömungsweg von einer ersten Bohrung 45' zu einer letzten Bohrung 45''. Wenn mehrere solcher Bohrungsgruppen vorhanden sind, können dafür jeweils getrennte Heizsegmente vorgesehen sein oder es sind mehrere Gruppen innerhalb eines durchgehenden Heizsegments enthalten.
- Wie Fig. 3 und 5 zeigen, wird eine erste Bohrung 45' einer Gruppe von einem Vorlaufanschluß 49 über eine radiale Vorlaufbohrung 48 gespeist, die mittels eines Dichtrings 20 am Übergang von dem Hohlzylinderteil 16 zum Flansch 14 abge-

dichtet ist. In gleicher Weise ist die letzte Bohrung 45'' einer Gruppe über eine Rücklaufbohrung mit einem Rücklaufanschluß verbunden.

- 5 Dem Vorlaufanschluß 49 wird die Heizflüssigkeit in üblicher, nicht gezeigter Weise von einem Flüssigkeitsvorrat über eine Pumpe und einen Wärmetauscher zugeführt und vom Rücklaufanschluß gelangt sie zurück in den Vorrat. Zur Einstellung des in dem System wirkenden Drucks kann eine vorzugsweise einstellbare Drossel im Rücklauf vorgesehen sein.
10 Der Kühlbereich kann in der gleichen Weise ausgebildet sein.

- Zur Herabsetzung der Reibung zwischen der Trommel 1 und der
15 Oberfläche des Trägerkörpers 5 ist die Trommellagerung im Ausführungsbeispiel hydrostatisch ausgebildet. Das bedeutet, daß die Schmierflüssigkeit im Gleitspalt unter einem Druck gehalten wird, der mindestens ebenso groß ist wie der für die vorzugsweise berührungslose Abstützung der Trommel
20 erforderliche Druck. Dieser Druck ist in demjenigen Bereich am größten, in welchem der heißplastische Strang 3 zwischen der Trommeloberfläche und der Oberfläche der Walze 7 auf die gewünschte Dicke herabgesetzt wird. Zwischen den Walzen 7 und 9 entspricht der Druck im wesentlichen dem Druck, der
25 von der Spannung des Stahlbands auf den heißplastischen Strang ausgeübt wird. Am geringsten ist der Lagerdruck im freien Trommelbereich zwischen der Walze 9 und der Extruderdüse 2. Es kann deshalb zweckmäßig sein, den Gleitspalt zwischen der Trommel 1 und der Oberfläche des Trägerkörpers
30 5 in getrennte, mit unterschiedlichem Lagerdruck beaufschlagte Zonen aufzuteilen. Diese Zonen werden gegeneinander und gegen die Atmosphäre abgedichtet. Dafür können besondere Dichtleisten vorgesehen sein. Gemäß Fig. 6 wird ei-

ne solche in einer Nut angeordnete Dichtleiste 61 aus gleitgünstigem Material, beispielsweise PTFE, durch einen Elastomerring 60 gegen die Innenfläche der Trommel 1 gedrückt. Solche Dichtungseinrichtungen können sowohl am Umfang als auch quer dazu vorgesehen sein. Während am Umfang weitgehende Dichtigkeit erwünscht ist, brauchen die zwischen den aufeinanderfolgenden Zonen befindlichen Querabdichtungen lediglich eine so hohe Drosselwirkung zu erzeugen, daß der gewünschte Druckunterschied zwischen diesen Zonen gewährleistet ist.

Die Flüssigkeitsversorgung des Gleitspalts kann unabhängig von dem Heizmedium erfolgen. Jedoch gelingt eine nicht unerhebliche Vereinfachung der Konstruktion erfindungsgemäß dadurch, daß sie von dem Heizmedium abgeleitet wird. In Fig. 3 ist erkennbar, daß Verbindungsbohrungen 62 zwischen einer Bohrung 45 des Heiz- oder Kühlsystems und der Oberfläche des Trägerkörpers vorgesehen sind. Ein Teil des als Heiz- bzw. Kühlmedium zirkulierenden Öls gelangt durch diese Bohrungen in den Gleitspalt und dient dort als Schmiermittel und hydrostatisches Druckmittel. Um es wieder abzuführen, ist für jede Druckzone des Gleitspalts eine Abführungsbohrung 63 (Fig. 6) vorgesehen, die über eine Bohrung 64 mit dem Gleitspalt verbunden ist und von der das Öl über eine radiale Bohrung 65 im Flansch 15 und ein Verbindungsrohr 66 zu einem Anschluß 67 gelangt.

Die Oberfläche des Trägerkörpers kann durchgehend glatt sein. Wenn jedoch zum Zwecke der hydrostatischen Lagerung der Trommel in der Oberfläche des Trägerkörpers vertiefte Flächenanteile 70 und erhabene Flächenanteile in Form von Leisten 72 im Wechsel vorgesehen sind, bestimmen die Leisten 72 durch ihr Laufspiel gegenüber der Innenfläche der

Trommel 1 deren Position. Die vertieften Flächenanteile 70 ermöglichen eine ungehemmte Druckausbreitung in der hydrostatischen Flüssigkeit.

- 5 Der Druck im Gleitpalt und insbesondere in den hydrostatisch druckbeaufschlagten, vertieften Flächenanteilen 70 wird wesentlich durch den Strömungswiderstand bestimmt, den die Flüssigkeit in ihrem Ablaufweg vorfindet. Er kann dadurch eingestellt werden, daß im Ablaufweg eine Drossel
- 10 vorgesehen ist. Wenn die Drücke in verschiedenen Druckzonen unterschiedlich sind, können diesen Zonen entsprechend unterschiedliche eingestellte oder einstellbare Drosseln zugeordnet werden.
- 15 Das Ausführungsbeispiel zeigt in Fig. 6 eine einfachere Anordnung. Die Flüssigkeitsabfuhr findet am Rande jeder Druckzone statt. Innerhalb der Dichtleiste 61, die die Zone umgrenzt, ist eine Sammelrinne 73 vorgesehen, die über die Bohrungen 64 mit der Abfuhrleitung 63 in Verbindung steht.
- 20 Zwischen dem druckbeaufschlagten, vertieften Flächenanteil 70 und der Sammelrinne 73 ist eine erhöhte Leiste 72 angeordnet. Die Leiste bildet mit der Innenfläche der Trommel 1 einen engen Spalt, durch den der Druck des aus dem Bereich 70 abfließenden Öls weitgehend selbstregelnd gedrosselt
- 25 wird. Wenn der von der Trommel übertragene Druck größer ist als der Druck im Lagerspalt, nähert sich die Trommel dem Trägerkörper, wodurch der Spalt enger wird. Dadurch wird der Abfluß gehemmt, und der Druck im Lagerspalt wächst, bis er dem von der Trommel übertragenen Druck gleicht. Voraus-
- 30 gesetzt wird dabei, daß die Ölzufuhr zur Erzeugung eines Drucks hinreichender Höhe fähig ist. Auf diese Weise bildet die Leiste 72 mit der Innenfläche der Trommel eine selbstregelnde Drosselanordnung.

Von der Sammelrinne 73 kann das Öl durch eine Pumpe abgezogen werden. Dies hat den Vorteil, daß der in der Sammelrinne 73 herrschende und auf die Dichtanordnung 60, 61 wirkende Druck herabgesetzt und die an die Dichtanordnung zu stellende Dichtheitsanforderung gesenkt wird.

Die Abgrenzung von Zonen unterschiedlichen Drucks, die in Umfangsrichtung aufeinanderfolgen, kann mit einer Anordnung erfolgen, wie sie in Fig. 6 dargestellt ist. Jede Zone ist dann von einer Drosselleiste 72 und einer das Öl abführenden Sammelrinne 73 umschlossen. Jeder Zone kann auch eine Dichtanordnung 60, 61 zugeordnet sein, oder es ist nur eine solche Dichtanordnung zwischen den benachbarten Zonen vorgesehen. Dabei kann die Anordnung so getroffen sein, daß man Öl von der Zone höheren Drucks zu der Zone niedrigeren Drucks abfließen läßt.

Eine getrennte Flüssigkeitsversorgung der Zonen gestattet es, sie mit unterschiedlichem Druck zu beaufschlagen. Sie können auch unterschiedlich temperiert werden. Dafür kann jeder Zone bzw. jedem Flächenanteil je eine gesonderte Gruppe von Wärmeaustauschbohrungen 45 zugeordnet werden.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsalternative des Stützkörpers in Axialansicht. Er besteht aus zwei Halbzylinderschalen 80 und 81, die durch Schlitze 82 getrennt sind. Verbunden sind sie durch klavierbandartige Gelenke 83 und 84. Die beiden Halbschalen 80, 81 stehen nicht unmittelbar mit den Flanschen 14, 15 in Verbindung. Vielmehr sind die Gelenkachsen 85, 86 ihrer Gelenke 83, 84 mit ihren beiden Enden in den Flanschen befestigt. Eine der beiden Gelenkachsen, vorzugsweise diejenige, die der Kalandervalze 7 am nächsten liegt,

ist starr mit den Flanschen verbunden. Die andere Scharnierachse 86 ist darin derart geführt, daß sie sich nur radial bewegen kann, nicht aber in Umfangsrichtung. Die Halbschalen 80, 81 sind dadurch in jedem Temperaturzustand geometrisch eindeutig gegenüber den Flanschen festgelegt.
5 Durch die radiale Beweglichkeit der Gelenkachse 86 gegenüber den Flanschen haben sie auch Ausdehnungsmöglichkeit.

Da man damit rechnen muß, daß die beiden Halbschalen aufgrund ihrer unterschiedlichen Temperatur sich unterschiedlichen dehnen, ist in dieser Ausführung dafür gesorgt, daß die Halbschale 81, die dem Kühlsegment zugeordnet ist, sich entsprechend biegen kann, um sich dem Zustand der anderen Halbschale 80 anzupassen. Um diese Biegefähigkeit zu gewährleisten, ist die Halbschale 81 in gewissen, gleichmäßigen Abständen mit von innen zur Mitte der Halbschale führenden Schlitzten 87 versehen, die in radialer Richtung so tief sind, daß die gewünschte Biegefähigkeit der Halbschale 81 erreicht wird, ohne daß sie ihren stabilen Zusammenhang
15 und ihre eindeutige Stützwirkung gegenüber der darauf gelagerten Trommel 1 verliert.
20

In diesem Ausführungsbeispiel dienen die Gelenke 83, 84 sowohl zur gelenkigen Verbindung der Halbschalen als auch zu ihrer Abstützung an den Flanschen. Diese beiden Funktionen
25 können auf unterschiedliche Organe aufgeteilt werden. Beispielsweise kann man beide Halbschalen an anderer Stelle (insb. jeweils in ihrer Mitte) radial und in Umfangsrichtung fest mit den beiden Flanschen verbinden und sie an ihren freien Enden in beliebiger Weise, beispielsweise durch
30 ein Gelenk oder Nut und Feder oder ein Biegegelenk, nachgiebig, aber in der Oberfläche stufenlos, aneinander anschließen.

Patentansprüche

- 5
1. Vorrichtung zum Formen eines bei erhöhter Temperatur formbaren Bandes im Durchlauf auf der Oberfläche einer rotierenden Trommel (1), die in vorbestimmten, stationären Bereichen (10, 11) zu beheizen und/oder zu kühlen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (1) auf einem in den betreffenden Bereichen (10, 11) heizbaren bzw. kühlbaren Trägerkörper (5) gelagert und mindestens in diesen Bereichen (10, 11) zu seiner Oberfläche wärmeaustauschfähig angeordnet ist.
- 10
- 15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen (2) für die Zuführung eines heißplastischen Kunststoffstrangs (3) im heizbaren Bereich (10) vorgesehen sind und sich daran der kühlbare Bereich (11) anschließt.
- 20
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trommel (1) mindestens in ihren zu beheizenden bzw. zu kühlenden Bereichen (10, 11) an der Oberfläche des Trägerkörpers (5) gleitend anliegt.
- 25
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen (62) zum Einführen einer Flüssigkeit zwischen die Oberfläche des Trägerkörpers (5) und die Trommel (1) vorgesehen sind.
- 30
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die einander zugewandten Oberflä-

chen des Trägerkörpers (5) und der Trommel (1) im wesentlichen vertiefungsfrei sind.

- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Trägerkörpers (5) mit Einrichtungen zur hydrostatischen und/oder hydrodynamischen Lagerung der Trommel (1) ausgerüstet ist.
- 10 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Beheizung und/oder Kühlung des Trägerkörpers (5) die Zirkulation von Wärmeträgerflüssigkeit vorgesehen ist.
- 15 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in dem zu beheizenden Bereich (10) des Trägerkörpers (5) elektrische Heizeinrichtungen vorgesehen sind.
- 20 9. oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidschicht bzw. die hydrostatische Lagerflüssigkeit von der Wärmeträgerflüssigkeit gebildet und aus deren Zirkulation abgeleitet ist.
- 25 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Oberfläche des Trägerkörpers (5) Zonen unterschiedlichen hydrostatischen Lagerdrucks durch Dichtanordnungen (60, 61) oder Drosselleisten (72) voneinander abgegrenzt sind.
- 30 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zonen unterschiedlichen hydrostatischen Lagerdrucks mit gesonderten Kanälen zur Flüssigkeitszu-

und/oder -abfuhr (62, 64) verbunden sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die dünnwandige Trommel (1) an
5 beiden Rändern mit je einem Haltering (30) fest verbunden ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Halteringe (30) eine in den Innendurchmesser
10 der Trommel (1) passende Ansatzfläche (35) und einen Anschlagbund (36) aufweisen und eine Mehrzahl von über den Umfang verteilten, den Rand der Trommel greifenden Spannfingern (38) vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (5) von einem
15 Hohlzylinder oder mehreren Hohlzylindersegmenten (16) gebildet ist, der/die zwischen zwei Flanschen (14, 15) gehalten ist/sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (5) von mehreren Hohlzylindersegmenten gebildet ist, die durch Gelenke (83, 84) miteinander verbunden sind.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Gelenke an den Flanschen (14, 15) geführt oder
25 gehalten sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (5) im Winkel um
30 seine Längsachse verstellbar ist.

1/6

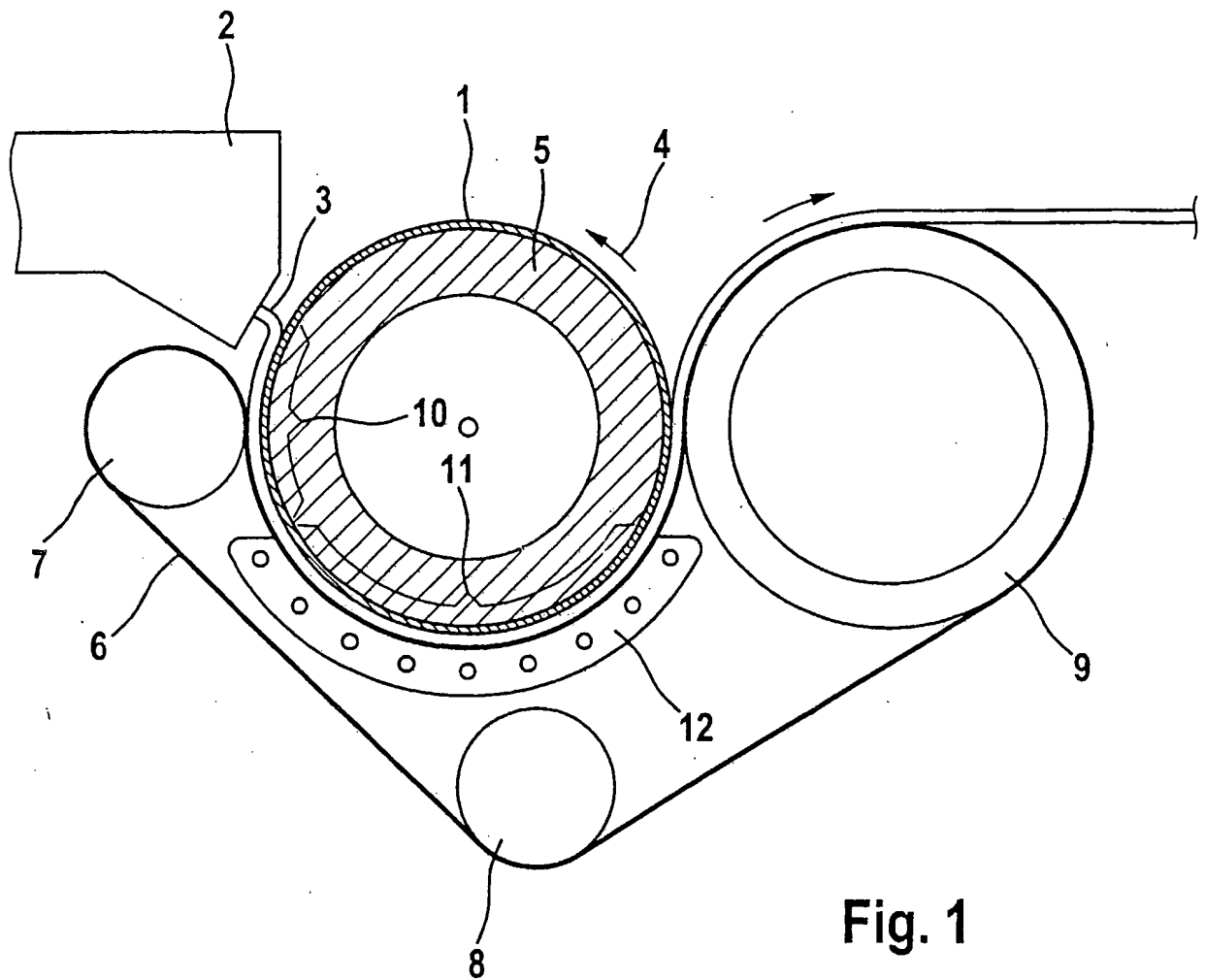


Fig. 1

2/6

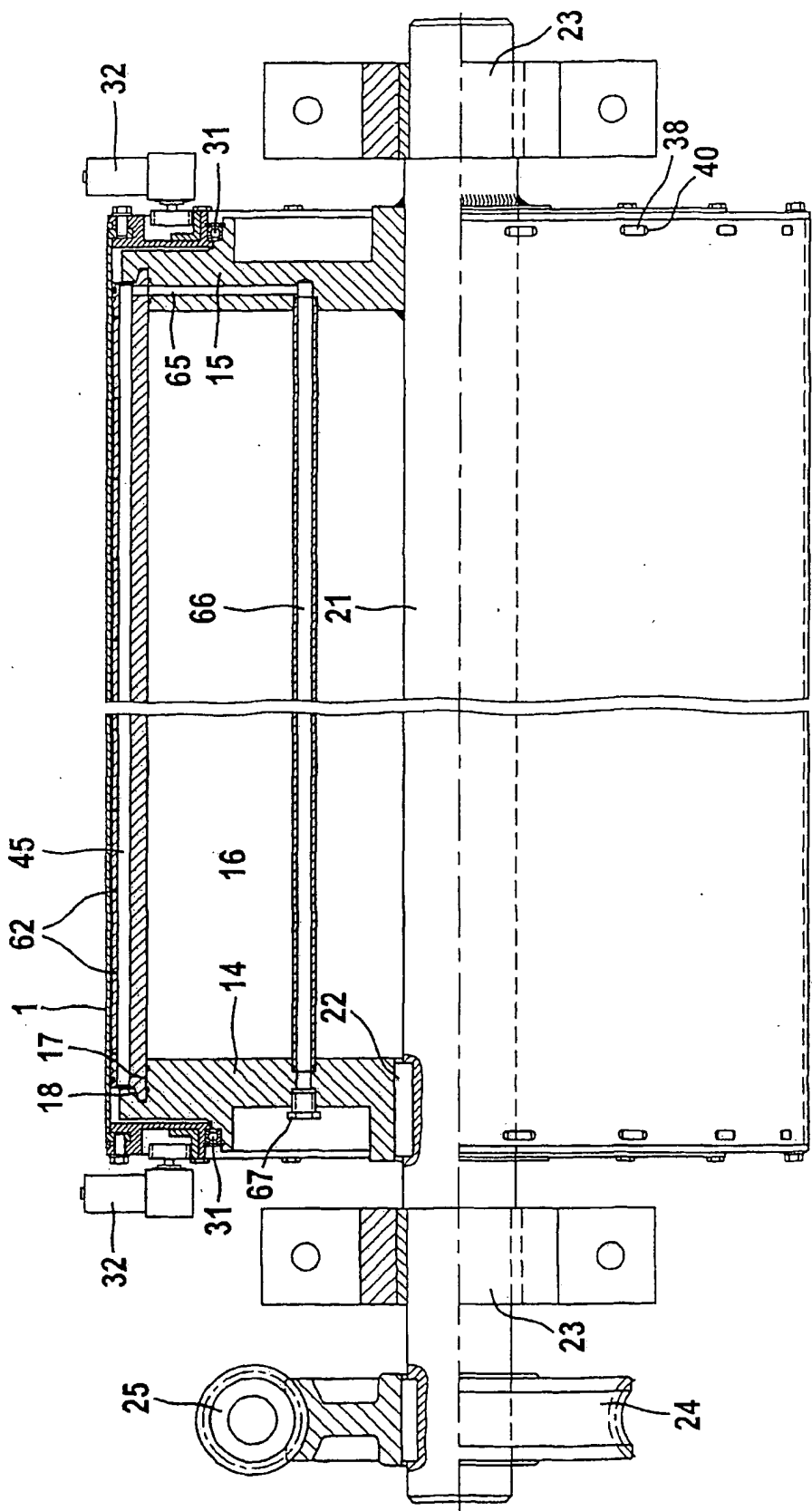


Fig. 2

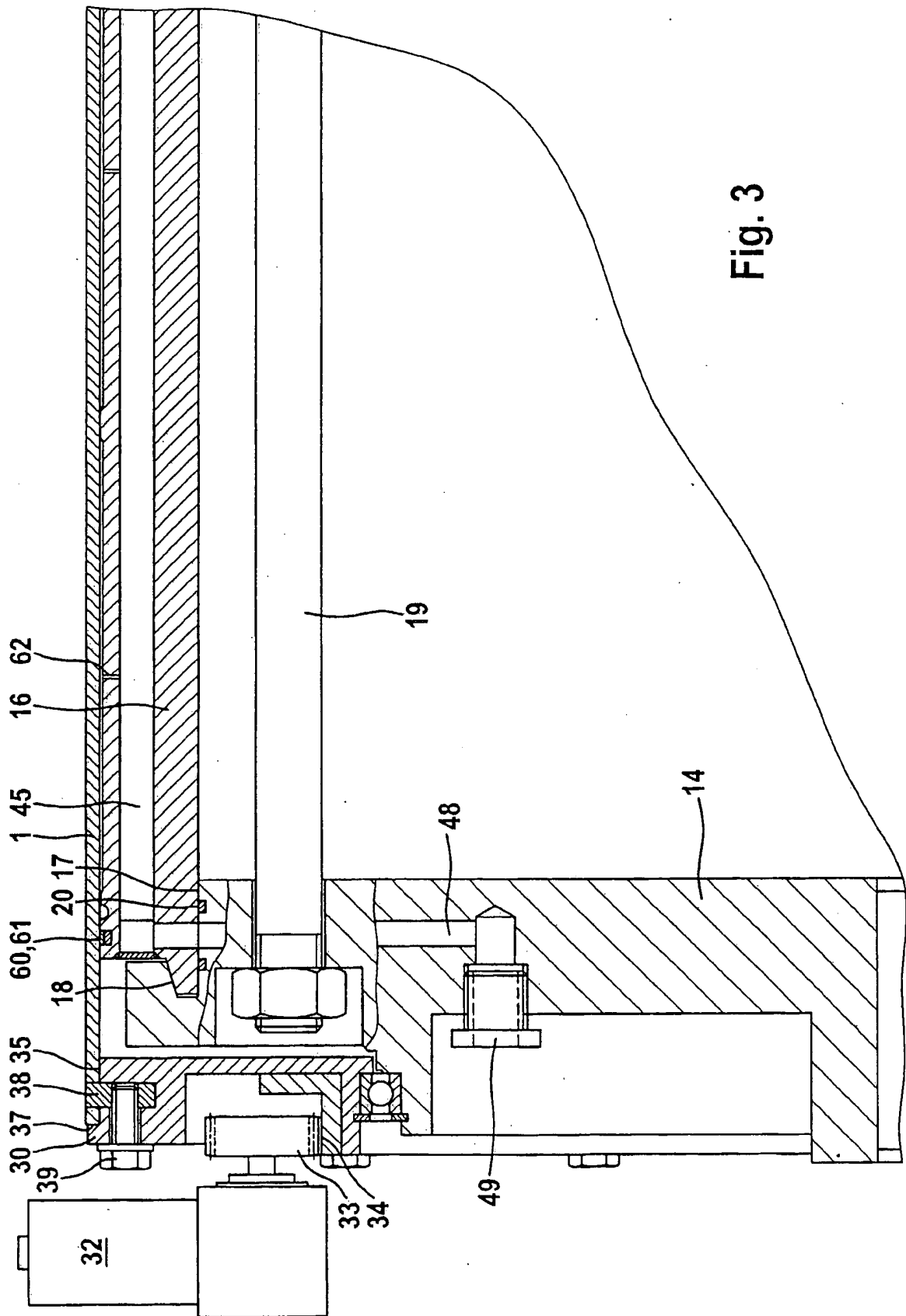


Fig. 3

4/6

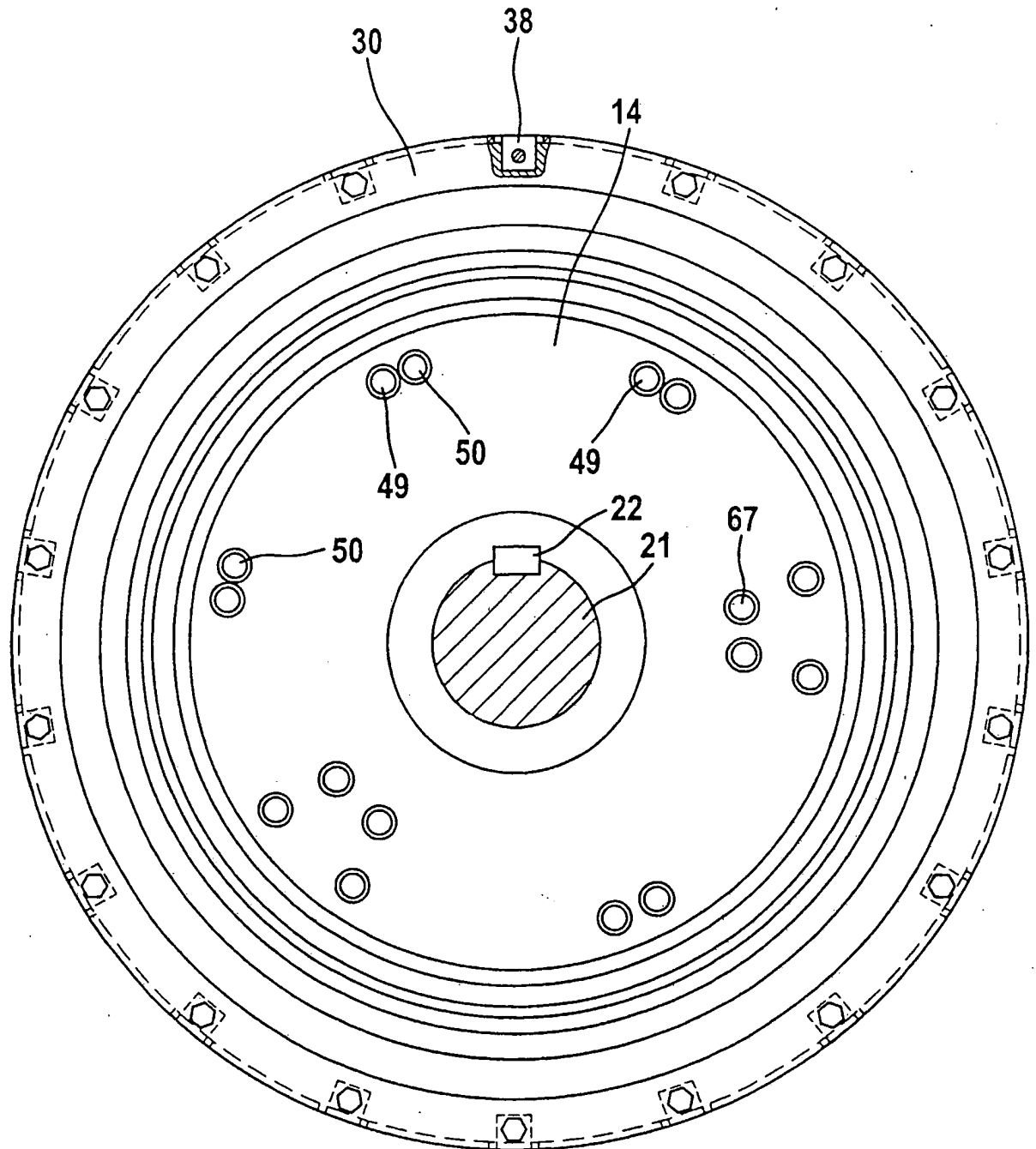
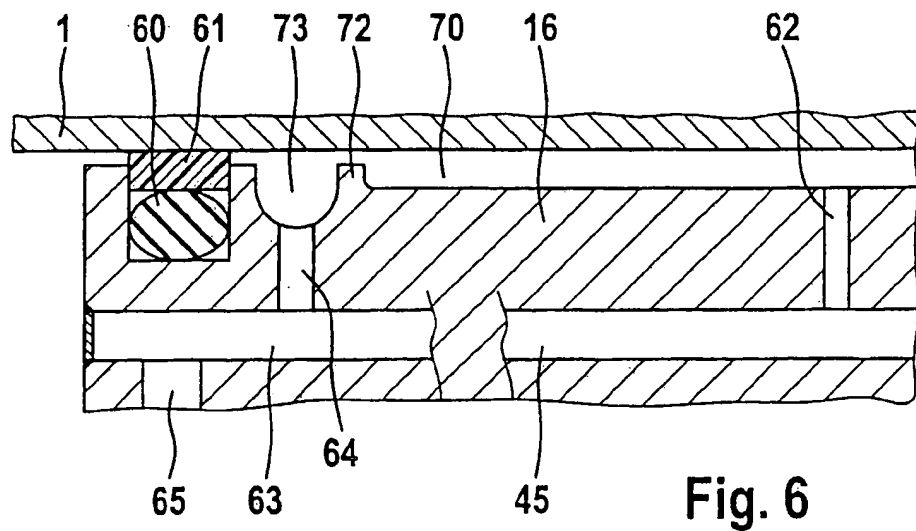
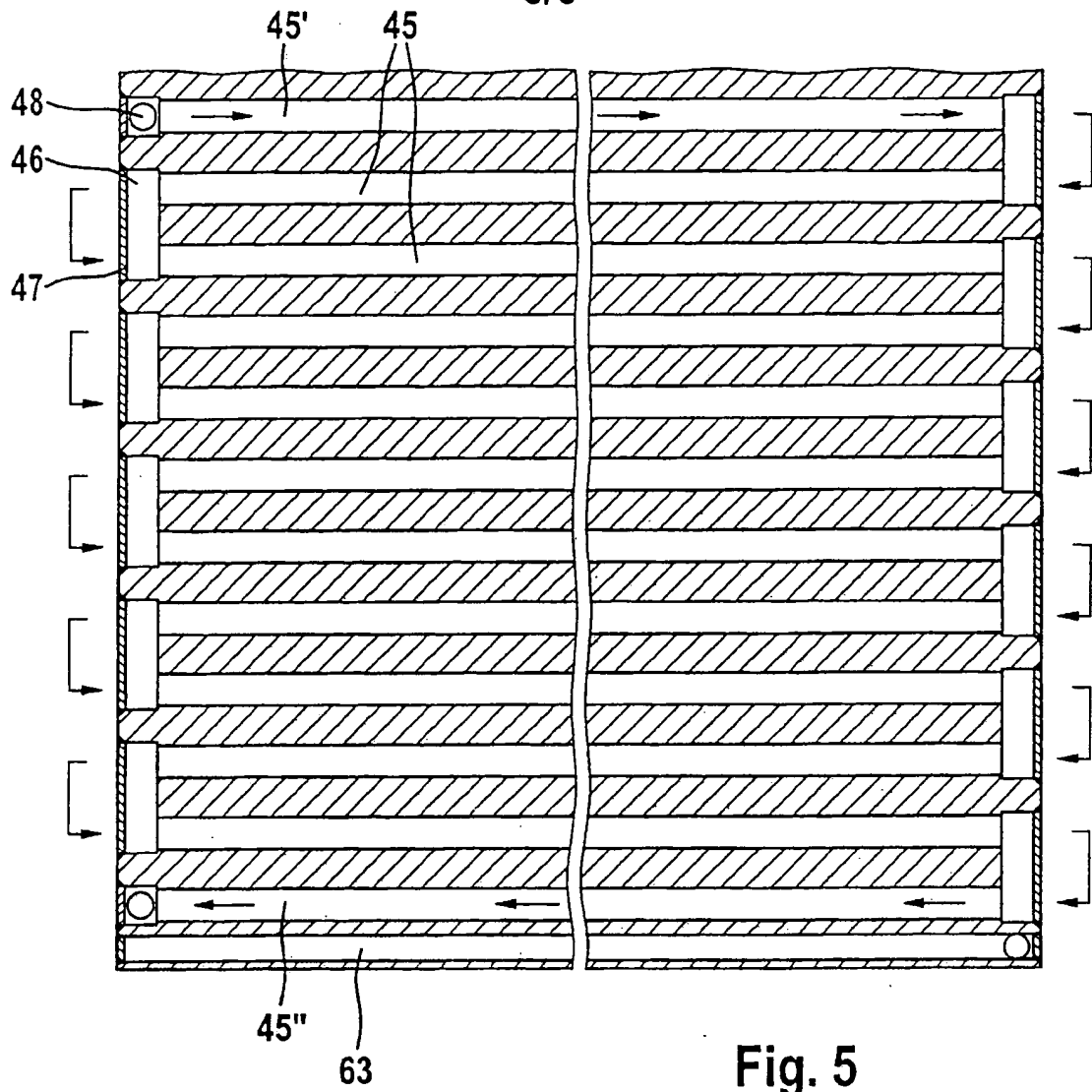


Fig. 4

5/6



6/6

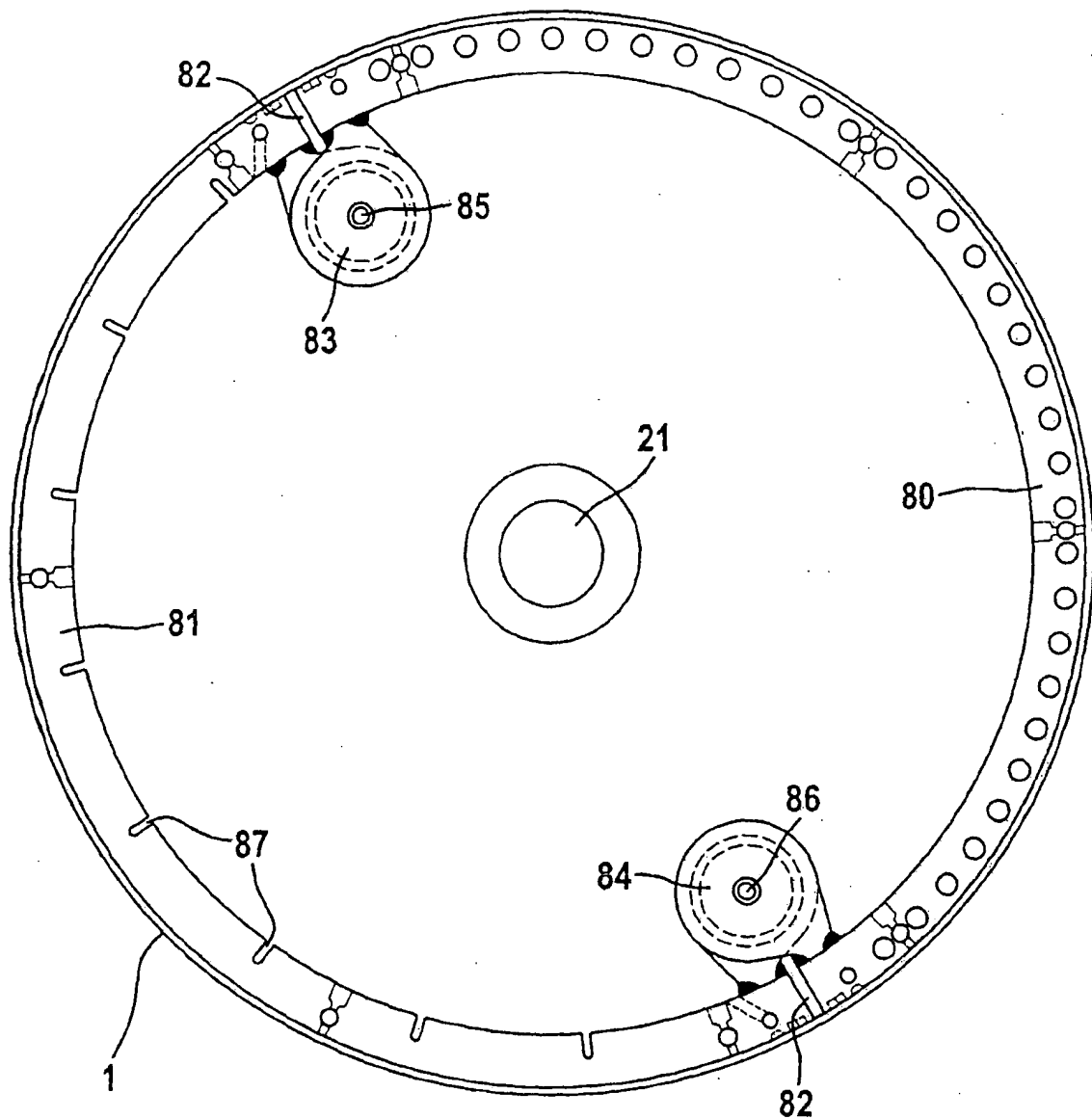


Fig. 7

ERSATZBLATT (REGEL 26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/004145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B29C43/46 B29C33/02 B29C43/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 945 042 A (MIMURA IKUO ET AL) 31 August 1999 (1999-08-31) cited in the application column 12, line 47 - column 13, line 20; figure 3	1-3,7
A	US 6 221 301 B1 (CHIGIRA NOBUTSUGU ET AL) 24 April 2001 (2001-04-24) column 7, line 21 - line 26; figure 4	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 2004

Date of mailing of the international search report

30/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Attalla, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/004145

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5945042	A	31-08-1999	CN 1166152 A , 8	26-11-1997
			DE 69618338 D1	07-02-2002
			DE 69618338 T2	14-08-2002
			EP 0799686 A1	08-10-1997
			WO 9715435 A1	01-05-1997
			JP 3285586 B2	27-05-2002
US 6221301	B1	24-04-2001	CA 2264554 A1	21-01-1999
			CN 1239452 T	22-12-1999
			EP 0943414 A1	22-09-1999
			ID 21788 A	22-07-1999
			WO 9902328 A1	21-01-1999
			TW 457183 B	01-10-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/004145

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B29C43/46 B29C33/02 B29C43/22		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B29C		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 945 042 A (MIMURA IKUO ET AL) 31. August 1999 (1999-08-31) in der Anmeldung erwähnt Spalte 12, Zeile 47 - Spalte 13, Zeile 20; Abbildung 3	1-3,7
A	US 6 221 301 B1 (CHIGIRA NOBUTSUGU ET AL) 24. April 2001 (2001-04-24) Spalte 7, Zeile 21 - Zeile 26; Abbildung 4	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. September 2004		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 30/09/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Attalla, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 2004/004145

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5945042 A	31-08-1999	CN 1166152 A ,B	26-11-1997
		DE 69618338 D1	07-02-2002
		DE 69618338 T2	14-08-2002
		EP 0799686 A1	08-10-1997
		WO 9715435 A1	01-05-1997
		JP 3285586 B2	27-05-2002
US 6221301 B1	24-04-2001	CA 2264554 A1	21-01-1999
		CN 1239452 T	22-12-1999
		EP 0943414 A1	22-09-1999
		ID 21788 A	22-07-1999
		WO 9902328 A1	21-01-1999
		TW 457183 B	01-10-2001